

Überspannungsschutzeinrichtung

Die Erfindung betrifft eine Überspannungsschutzeinrichtung, mit einer ersten Elektrode, mit einer zweiten Elektrode, mit einer zwischen den beiden Elektroden ausgebildeten Durchschlag-Funkenstrecke und mit einem die Elektroden aufnehmenden Gehäuse, wobei beim Zünden der Durchschlag-Funkenstrecke zwischen den beiden Elektroden ein Lichtbogen innerhalb eines die beiden Elektroden verbindenden Entladungsraums entsteht.

Elektrische, insbesondere aber elektronische Meß-, Steuer-, Regel- und Schaltkreise, vor allem auch Telekommunikationseinrichtungen und -anlagen, sind empfindlich gegen transiente Überspannungen, wie sie insbesondere durch atmosphärische Entladungen, aber auch durch Schalthandlungen oder Kurzschlüsse in Energieversorgungsnetzen auftreten können. Diese Empfindlichkeit hat in dem Maße zugenommen, in dem elektronische Bauelemente, insbesondere Transistoren und Thyristoren, verwendet werden; vor allem sind zunehmend eingesetzte integrierte Schaltkreise in starkem Maße durch transiente Überspannungen gefährdet.

Elektrische Stromkreise arbeiten mit der für sie spezifizierten Spannung, der Nennspannung (in der Regel \equiv Netzspannung), normalerweise störungsfrei. Das gilt dann nicht, wenn Überspannungen auftreten. Als Überspannungen gelten alle Spannungen, die oberhalb der oberen Toleranzgrenze der Nennspannung liegen. Hierzu zählen vor allem auch die transienten Überspannungen, die aufgrund von atmosphärischen Entladungen, aber auch durch Schalthandlungen oder Kurzschlüsse in Energieversorgungsnetzen auftreten können und galvanisch, induktiv oder kapazitiv in elektrische Stromkreise eingekoppelt werden können. Um nun elektrische oder elektronische Stromkreise, insbesondere elektronische Meß-, Steuer-, Regel- und Schaltkreise, vor allem auch Telekommunikationseinrichtungen und -anlagen, wo auch immer sie eingesetzt sind, gegen transiente Überspannungen zu schützen, sind Überspannungsschutzeinrichtungen entwickelt worden und seit mehr als zwanzig Jahren bekannt.

Wesentlicher Bestandteil von Überspannungsschutzeinrichtung der hier in Rede stehenden Art ist mindestens eine Funkenstrecke, die bei einer bestimmten Überspannung, der Ansprechspannung, anspricht und damit verhindert, daß in dem durch eine Überspannungsschutzeinrichtung geschützten Stromkreis Überspannungen auftreten, die größer als die Ansprechspannung der Funkenstrecke sind.

Eingangs ist ausgeführt worden, daß die erfindungsgemäße Überspannungsschutzeinrichtung zwei Elektroden und eine zwischen den beiden Elektroden ausgebildete Durchschlag-Funkenstrecke aufweist. In der Praxis werden derartige Durchschlag-Funkenstrecken häufig auch als Luft-Durchschlag-Funkenstrecken bezeichnet, wobei in Rahmen der Erfindung mit Durchschlag-Funkenstrecke auch eine Luft-Durchschlag-Funkenstrecke gemeint sein soll. Dabei kann jedoch zwischen den Elektroden außer Luft auch ein anderes Gas vorhanden sein. Der Bereich der Überspannungsschutzeinrichtung, in dem sich beim Zünden der Durchschlag-Funkenstrecke der Lichtbogen ausbildet, wird nachfolgend als Entladungsraum bezeichnet. Es ist dies in der Regel der Raum zwischen den beiden Elektroden.

Neben Überspannungsschutzeinrichtungen mit einer Durchschlag-Funkenstrecke gibt es auch Überspannungsschutzeinrichtungen mit einer Überschlag-Funkenstrecke, bei denen beim Ansprechen eine Gleitentladung auftritt.

Überspannungsschutzeinrichtungen mit einer Durchschlag-Funkenstrecke haben gegenüber Überspannungsschutzeinrichtungen mit einer Überschlag-Funkenstrecke den Vorteil einer höheren Stoßstromtragfähigkeit, jedoch den Nachteil einer höheren – und auch nicht sonderlich konstanten – Ansprechspannung. Deshalb sind bereits verschiedene Überspannungsschutzeinrichtungen mit einer Durchschlag-Funkenstrecke vorgeschlagen worden, die in bezug auf die Ansprechspannung verbessert worden sind. Dabei sind im Bereich der Elektroden bzw. der zwischen den Elektroden wirksamen Durchschlag-Funkenstrecke in verschiedener Weise Zündhilfen realisiert worden, z. B. der gestaltet, daß zwischen den Elektroden mindestens eine Gleitentladung auslösende Zündhilfe vorgesehen worden ist, die zumindest teilweise in die Durchschlag-Funkenstrecke hineinragt, stegartig ausgeführt ist und aus Kunststoff besteht (vgl. z. B. die DE 41 41 681 A1 oder die DE 44 02 615 A1).

5 Die bei den bekannten Überspannungsschutzeinrichtungen vorgesehenen, zuvor angesprochenen Zündhilfen können gleichsam als "passive Zündhilfen" bezeichnet werden, "passive Zündhilfen" deshalb, weil sie nicht selbst "aktiv" ansprechen, sondern nur durch eine Überspannung ansprechen, die an den Hauptelektroden auftritt.

Aus der DE 198 03 636 A1 ist ebenfalls eine Überspannungsschutzeinrichtung mit zwei Elektroden, mit einer zwischen den beiden Elektroden wirksamen Durchschlag-Funkenstrecke und einer Zündhilfe bekannt. Bei dieser bekannten Überspannungsschutzeinrichtung ist die Zündhilfe, im Gegensatz zu den zuvor beschriebenen, eine Gleitentladung auslösenden Zündhilfen, als "aktive Zündhilfe" ausgebildet, nämlich dadurch, daß neben den beiden Elektroden – dort als Hauptelektroden bezeichnet – noch zwei Zündelektroden vorgesehen sind. Diese beiden Zündelektroden bilden eine zweite, als Zündfunkentstrecke dienende Durchschlag-Funkenstrecke. Bei dieser bekannten Überspannungsschutzeinrichtung gehört zu der Zündhilfe außer der Zündfunkentstrecke noch ein Zündkreis mit einem Zündschaltelement. Bei Anliegen einer Überspannung an der bekannten Überspannungsschutzeinrichtung sorgt der Zündkreis mit dem Zündschaltelement für ein Ansprechen der Zündfunkentstrecke. Die Zündfunkentstrecke bzw. die beiden Zündelektroden sind in bezug auf die beiden Hauptelektroden derart angeordnet, daß dadurch, daß die Zündfunkentstrecke angesprochen hat, die Durchschlag-Funkenstrecke zwischen den beiden Hauptelektroden, Hauptfunkentstrecke genannt, anspricht. Das Ansprechen der Zündfunkentstrecke führt zu einer Ionisierung der in der Durchschlag-Funkenstrecke vorhandenen Luft, so daß - schlagartig - nach Ansprechen der Zündfunkentstrecke dann auch die Durchschlag-Funkenstrecke zwischen den beiden Hauptelektroden, also die Hauptfunkentstrecke, anspricht.

30 Bei den bekannten, zuvor beschriebenen Ausführungsformen von Überspannungsschutzeinrichtungen mit Zündhilfen führen die Zündhilfen zu einer verbesserten, nämlich niedrigeren und konstanteren Ansprechspannung.

35 Bei Überspannungsschutzeinrichtungen der in Rede stehenden Art – mit oder ohne Verwendung einer Zündhilfe – entsteht beim Zünden der Durchschlag-Funkenstrecke durch den entstehenden Lichtbogen eine niederimpedante Ver-

- bindung zwischen den beiden Elektroden. Über diese niederimpedante Verbindung fließt zunächst - gewollt - der abzuleitende Blitzstrom. Bei anliegender Netzspannung folgt dann jedoch über diese niederimpedante Verbindung der Überspannungsschutzeinrichtung ein unerwünschter Netzfolgestrom, so daß man bestrebt ist, den Lichtbogen möglichst schnell nach abgeschlossenem Ableitvorgang zu löschen. Eine Möglichkeit zur Erreichung dieses Ziels besteht darin, die Lichtbogenlänge und damit die Lichtbogenspannung zu vergrößern.
- Eine Möglichkeit, den Lichtbogen nach dem Ableitvorgang zu löschen, nämlich die Lichtbogenlänge und damit die Lichtbogenspannung zu vergrößern, ist bei der Überspannungsschutzeinrichtung, wie sie aus der DE 44 02 615 A1 bekannt ist, realisiert. Die aus der DE 44 02 615 A1 bekannte Überspannungsschutzeinrichtung weist zwei schmale Elektroden auf, die jeweils winkel förmig ausgebildet sind und jeweils ein Funkenhorn und einen davon abgewinkelten Anschlußschenkel aufweisen. Darüber hinaus sind die Funkenhörner der Elektroden in ihren an die Anschlußschenkel angrenzenden Bereichen mit einer Bohrung versehen. Die in den Funkenhörnern der Elektroden vorgesehenen Bohrungen sorgen dafür, daß im Augenblick des Ansprechens des Überspannungsschutzelements, also des Zündens, der entstandene Lichtbogen durch eine thermische Druckwirkung "in Fahrt gesetzt wird", also von seiner Entstehungsstelle wegwandert. Da die Funkenhörner der Elektroden V-förmig zueinander angeordnet sind, wird somit die von dem Lichtbogen zu überbrückende Strecke beim Herauswandern des Lichtbogens vergrößert, wodurch auch die Lichtbogenspannung ansteigt. Nachteilig ist hierbei jedoch, daß zur Erreichung der gewünschten Vergrößerung der Lichtbogenlänge die geometrischen Abmessungen der Elektroden entsprechend groß sein müssen, so daß auch die Überspannungsschutzeinrichtung insgesamt an bestimmte Geometrievorgaben gebunden ist.
- Eine weitere Möglichkeit, den Lichtbogen nach dem Ableitvorgang zu löschen, besteht in der Kühlung des Lichtbogens durch die Kühlwirkung von Isolierstoffwänden sowie die Verwendung von Gas abgebenden Isolierstoffen. Dabei ist eine starke Strömung des Löschgases notwendig, was einen hohen konstruktiven Aufwand erfordert.

Darüber hinaus besteht noch die Möglichkeit, eine Vergrößerung der Lichtbo-
genspannung durch Druckerhöhung zu erzielen. Hierzu wird in der DE 196 04
947 C1 vorgeschlagen, das Volumen im Innenraum des Gehäuses so zu wäh-
len, daß durch den Lichtbogen eine Druckerhöhung auf ein Vielfaches des at-
mosphärischen Druckes erreicht wird. Dabei wird die Steigerung des Folge-
stromlöschvermögens durch eine druckabhängige Beeinflussung der Bogen-
feldstärke erreicht. Damit diese Überspannungsschutzeinrichtung zuverlässig
funktioniert ist jedoch zum einen ein sehr druckbeständiges Gehäuse erfor-
derlich, muß zum anderen die Höhe der Netzspannung sehr genau bekannt
sein, um das Volumen im Innenraum des Gehäuses entsprechend auslegen zu
können.

Ist bei Überspannungsschutzeinrichtungen der in Rede stehenden Art der
Lichtbogen gelöscht, so ist zwar zunächst die niederimpedante Verbindung
zwischen den beiden Elektroden unterbrochen, der Raum zwischen den beiden
Elektroden, d. h. der Entladungsraum, ist jedoch noch fast vollständig mit ei-
nem leitfähigen Plasma gefüllt. Durch das vorhandene Plasma ist die An-
sprechspannung zwischen den beiden Elektroden derart herabgesetzt, daß es
bereits bei anliegender Netzspannung zu einem erneuten Zünden der Durch-
schlag-Funkenstrecke kommen kann. Dieses Problem tritt besonders dann auf,
wenn die Überspannungsschutzeinrichtung ein gekapseltes oder halboffenes
Gehäuse aufweist, da dann ein Abkühlen oder Verflüchtigen des Plasmas
durch das im wesentlichen geschlossene Gehäuse verhindert wird.

Um ein erneutes Zünden der Überspannungsschutzeinrichtung, d. h. der
Durchschlag-Funkenstrecke, zu verhindern, sind bisher verschiedene Maß-
nahmen getroffen worden, um die ionisierte Gaswolke von den Zündelektro-
den wegzutreiben oder abzukühlen. Hierzu werden konstruktiv aufwendige
Labyrinth und Kühlkörper verwendet, wodurch sich die Herstellung der
Überspannungsschutzeinrichtung verteuert.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Überspannungsschutzein-
richtung der eingangs beschriebenen Art anzugeben, die sich durch ein hohes
Netzfolgestromlöschvermögen auszeichnet, trotzdem jedoch konstruktiv ein-
fach realisiert werden kann.

Die erfindungsgemäße Überspannungsschutzeinrichtung, bei der die zuvor aufgezeigte Aufgabe gelöst ist, ist nun zunächst und im wesentlichen dadurch gekennzeichnet, daß der Entladungsraum derart ausgebildet ist, daß er zumindest teilweise quer und/oder entgegengesetzt zur Richtung des elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung verläuft, so daß die vom Lichtbogen zu überwindende Strecke zwischen den beiden Elektroden eine Querkomponente zum elektrischen Feld E aufweist. Dies hat zur Folge, daß das elektrische Feld bzw. die elektrische Spannung, die an den beiden Elektroden anliegt, die in dem Plasma enthaltenen freien Ladungsträger nicht mehr durchgängig von einer Elektrode zur anderen Elektrode beschleunigen kann, wodurch ein Netzfolgestrom verhindert wird.

Bei bekannten Überspannungsschutzeinrichtungen wird das nach dem eigentlichen Ableitvorgang vorhandene aber unerwünschte leitfähige Plasma bzw. die darin enthaltenen freien Ladungsträger dadurch "entfernt", daß das Plasma von den Elektroden weggetrieben wird. Derartige Überspannungsschutzeinrichtungen, die auch als "ausblasende" Funkenstreckenanordnungen bezeichnet werden, haben zunächst den Nachteil, daß zum "Ausblasen" des Plasmas eine relativ starke Strömung im Inneren der Überspannungsschutzeinrichtung erzeugt werden muß, wozu in der Regel gasabgebende Isolierstoffe verwendet werden. Das heiße Plasma wird dann durch Ausblasöffnungen im Gehäuse der Überspannungsschutzeinrichtung nach Außen in die Umgebung abgeführt. Dies hat den Nachteil, daß am Einbauort der Überspannungsschutzeinrichtung bestimmte Mindestabstände zu anderen spannungsführenden oder brennbaren Teilen bzw. Geräten einzuhalten sind, was den Einsatz derartiger ausblasender Überspannungsschutzeinrichtungen nur bei bestimmten Einbaubedingungen ermöglicht.

Im Unterschied dazu kann bei der erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung auf das "Ausblasen" des heißen Plasmas verzichtet werden. Durch die erfindungsgemäße Anordnung und geometrische Ausgestaltung des Entladungsraums wird die unerwünschte Folge des Vorhandenseins des Plasmas – Ausbildung eines Netzfolgestroms nach dem eigentlichen Ableitvorgang – verhindert, ohne daß das Plasma von den Elektroden weggetrieben oder abgekühlten muß.

Konstruktiv kann der Entladungsraum derart ausgestaltet sein, daß er mindestens drei Bereiche aufweist, wobei der erste Bereich mit der ersten Elektrode, der zweite Bereich mit der zweiten Elektrode und der dritte Bereich einerseits mit dem ersten Bereich und andererseits mit dem zweiten Bereich verbunden ist. Der dritte Bereich stellt somit die Verbindung zwischen dem ersten Bereich und dem zweiten Bereich und damit auch zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode her. Der dritte Bereich ist nun konstruktiv so ausgestaltet, daß in ihm die in dem Plasma enthaltenen freien Ladungsträger durch das elektrische Feld der anliegenden Netzspannung nicht bzw. nur gering vom ersten Bereich zum zweiten Bereich bzw. umgekehrt beschleunigt werden. Hierzu weist der dritte Bereich zumindest eine Querkomponente zu elektrischen Feld auf. Im einzelnen kann der dritte Bereich schräg, im wesentlichen senkrecht oder sogar teilweise entgegengesetzt zur Richtung des elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung ausgerichtet sein.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung ist der Entladungsraum konstruktiv dadurch realisiert, daß die der zweiten Elektrode zugewandte Seite der ersten Elektrode und die der ersten Elektrode zugewandte Seite der zweiten Elektrode jeweils teilweise mit einem isolierenden oder hochohmigen Material bedeckt sind, wobei der nicht mit dem isolierenden oder hochohmigen Material bedeckte Bereich der ersten Elektrode bzw. der zweiten Elektrode versetzt zueinander angeordnet sind. Durch die Ausbildung und Anordnung des isolierenden oder hochohmigen Materials auf der ersten bzw. der zweiten Elektrode kann die Form des Entladungsraums auf einfache Art und Weise bestimmt werden. Wird auf den beiden Elektroden ein hochohmiges aber dennoch leitfähiges Material aufgebracht, dessen Widerstand so groß ist, daß sich auf dessen Oberfläche aufgrund der Strombeschränkung kein Lichtbogen bilden kann, so führt dies nach dem eigentlichen Ableitvorgang dazu, daß die in dem Entladungsraum zwischen den beiden Elektroden vorhandenen freien Ladungsträger durch das elektrische Feld einer anliegenden Netzspannung getrennt und je nach Polarität von dem hochohmigen Material auf der ersten oder der zweiten Elektrode "abgesaugt" werden.

Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Entladungsraums zwischen den beiden Elektroden, wobei der Entladungsraum zumindest eine Querkomponente zum elektrischen Feldes aufweist, wird – wie zuvor beschrieben – die

- Ausbildung eines unerwünschten Netzfolgestroms verhindert. Gleichzeitig wird jedoch auch die Ansprechspannung der Durchschlag-Funkenstrecke erhöht, was in der Regel ebenfalls unerwünscht ist. Daher ist bei einer bevorzugten Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung eine aktive Zündhilfe zur Verringerung der Ansprechspannung vorgesehen. Prinzipiell können hierzu verschiedene, aus dem Stand der Technik bekannte, aktive Zündhilfen verwendet werden. Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung ist die aktive Zündhilfe jedoch dadurch realisiert, daß an die beiden Elektroden die Reihenschaltung eines Spannungsschaltelelements und eines Zündelements angeschlossen ist, wobei die Ansprechspannung des Spannungsschaltelelements unterhalb der Ansprechspannung der Durchschlag-Funkenstrecke liegt und wobei beim Ansprechen des Spannungsschaltelelements zunächst ein Ableitstrom über das Zündelement fließt.
- Das Spannungsschaltelelement ist dabei so gewählt, daß es bei der Ansprechspannung der Überspannungsschutzeinrichtung leitend wird, also "schaltet". Als Spannungsschaltelelement kann ein Varistor, eine Supressordiode oder ein gasgefüllter Spannungsableiter vorgesehen sein. Das Zündelement besteht vorzugsweise aus einem leitfähigen Kunststoff, einem metallischen Material oder einer leitfähigen Keramik und steht mit der zweiten Elektrode in mechanischem Kontakt.

Tritt bei der Überspannungsschutzeinrichtung mit der zuvor beschriebenen aktiven Zündhilfe eine Überspannung auf, die gleich oder größer als die durch das Spannungsschaltelelement vorgegebene Ansprechspannung ist, so spricht das Spannungsschaltelelement an, so daß über die Reihenschaltung erster Elektrode – Spannungsschaltelelement – Zündelement – zweite Elektrode ein Ableitstrom zu fließen beginnt. Der Strom erzeugt dabei durch eine Initialzündung leitfähiges Plasma, das in den Entladungsraum eingebracht werden kann, wodurch es zu einer Zündung der Durchschlag-Funkenstrecke zwischen der ersten Elektrode und der zweiten Elektrode und damit zur Ausbildung eines Lichtbogens in dem Entladungsraum kommt. Bezuglich weiterer Einzelheiten einer derartigen aktiven Zündhilfe, die auch als "Stromzündung" bezeichnet werden kann, wird auf die DE 101 46 728 A1 verwiesen.

Im einzelnen gibt es nun eine Vielzahl von Möglichkeiten, die erfindungsgemäße Überspannungsschutzeinrichtung auszustalten und weiterzubilden. Dazu wird verwiesen einerseits auf die dem Patentanspruch 1 nachgeordneten Patentansprüche, andererseits auf die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele in Verbindung mit der Zeichnung. In der Zeichnung zeigen

- 5 Fig. 1 eine Prinzipskizze eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung,
- 10 Fig. 2 eine Prinzipskizze eines zweiten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung,
- 15 Fig. 3 eine Prinzipskizze eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung,
- 20 Fig. 4 eine Prinzipskizze eines vierten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung,
- 25 Fig. 5 eine Prinzipskizze eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung, und
- Fig. 6 eine Prinzipskizze eines letzten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung,

30 In den Figuren sind verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäße Überspannungsschutzeinrichtung dargestellt. Zu der Überspannungsschutzeinrichtung – die nur hinsichtlich ihres prinzipiellen Aufbaus dargestellt ist – gehören jeweils eine erste Elektrode 1, eine zweite Elektrode 2 und ein die Elektroden 1, 2 aufnehmendes Gehäuse 3. Zwischen den beiden Elektroden 1 und 2 existiert eine Durchschlag-Funkenstrecke, wobei beim Zünden der Durchschlag-Funkenstrecke zwischen den beiden Elektroden 1 und 2 ein Lichtbogen 4 entsteht.

Erfindungsgemäß ist zwischen den beiden Elektroden 1 und 2 ein Entladungsraum 5 vorgesehen, wobei der Entladungsraum 5 zumindest teilweise schräg (Fig. 2), teilweise quer (Fig. 1, 5 und 6), teilweise entgegengesetzt (Fig. 3) oder teilweise quer und entgegengesetzt (Fig. 4) zur Richtung des durch Pfeile 6 dargestellten elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung verläuft. Bei allen Ausführungsbeispielen weist der Entladungsraum 5 somit zumindest eine Querkomponente zum elektrischen Feld auf. Im Unterschied zu den bekannten Überspannungsschutzeinrichtung fungiert somit nicht der gesamte Raum zwischen den Elektroden 1, 2 als Entladungsraum 5.

Wie aus den Figuren erkennbar ist, kann der Entladungsraum 5 in drei Bereiche 7, 8 und 9 unterteilt werden. Dabei ist der erste Bereich 7 mit der ersten Elektrode 1, der zweite Bereich 8 mit der zweiten Elektrode 2 und der erste Bereich 7 über den dritten Bereich 9 mit dem zweiten Bereich 8 verbunden. Bei den in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispielen verlaufen der erste Bereich 7 und der zweite Bereich 8 im wesentlichen parallel zur Richtung des elektrischen Feldes. Dagegen verläuft der dritte Bereich 9 bei dem Ausführungsbeispiel gemäß den Fig. 1, 5 und 6 im wesentlichen senkrecht bzw. quer zur Richtung des elektrischen Feldes. Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2 verläuft der dritte Bereich 9 des Entladungsraums 5 schräg und im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 schräg entgegengesetzt zur Richtung des elektrischen Feldes, d. h. die Längsrichtung des dritten Bereichs 9 des Entladungsraums 5 hat eine Querkomponente zur Richtung des elektrischen Feldes. Bei der erfundungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung gemäß Fig. 4 weist der dritte Bereich 9 des Entladungsraums 5 sowohl Bereiche auf, die senkrecht zur Richtung des elektrischen Feldes verlaufen als auch einen Bereich, der entgegengesetzt zur Richtung des elektrischen Feldes verläuft.

Durch die Ausrichtung des dritten Bereichs 9 des Entladungsraums 5 schräg, quer oder entgegengesetzt zur Richtung des elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung wird erreicht, daß die in dem Plasma enthaltenen freien Ladungsträger nicht mehr durchgängig von der ersten Elektrode 1 zur zweiten Elektrode 2 – oder umgekehrt – beschleunigt werden, wodurch die Ausbildung eines Netzfolgestroms verhindert wird.

Zur Realisierung des Entladungsraums 5 ist auf der der zweiten Elektrode 2 zugewandten Seite 10 der ersten Elektrode 1 ein isolierendes oder hochohmiges Material 12 und auf der der ersten Elektrode 1 zugewandten Seite 11 der zweiten Elektrode 2 ein isolierendes oder hochohmiges Material 13 aufgebracht. Wie aus den Figuren ersichtlich, ist dabei das isolierende oder hochohmige Material 12 und 13 nicht vollflächig auf der ersten Elektrode 1 bzw. der zweiten Elektrode 2 aufgebracht sondern es ist jeweils ein Bereich 14 bzw. 15 auf der ersten Elektrode 1 bzw. der zweiten Elektrode 2 ausgespart, der nicht mit dem isolierenden oder hochohmigen Material 12 bzw. 13 bedeckt ist. Dabei sind, wie aus den Figuren unmittelbar erkennbar ist, die beiden nicht mit dem isolierenden oder hochohmigen Material 12 bzw. 13 bedeckten Bereiche 14 bzw. 15 der ersten Elektrode 1 bzw. der zweiten Elektrode 2 versetzt zueinander angeordnet.

Aus einem Vergleich der in den Fig. 1, 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Überspannungsschutzeinrichtung ist dabei erkennbar, daß durch eine entsprechende Wahl der Abmessungen des Materials 12, 13 der Verlauf des Entladungsraums 5 auf einfache Art und Weise festgelegt werden kann. Weißt das Material 12, 13 über seine Länge eine konstante Dicke auf, wie dies bei dem Ausführungsbeispiels gemäß Fig. 1 der Fall ist, so führt dies zu einem Bereich 9 des Entladungsraums 5, der quer bzw. senkrecht zur Richtung des elektrischen Feldes verläuft. Verändert sich die Dicke des Materials 12, 13 über seine Länge (Fig. 2 und 3), so führt dies zu einem schräg (Fig. 2) oder teilweise entgegengesetzt (Fig. 3) zur Richtung des elektrischen Feldes verlaufenden Entladungsraum 5.

Wie aus dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 erkennbar ist, sind durch eine entsprechende Ausgestaltung und Anordnung der Materialien 12, 13 auf den Elektroden 1, 2 nahezu beliebige Verläufe des Entladungsraums 9 realisierbar. Der für den jeweiligen Anwendungsfall optimale Verlauf des Entladungsraums 5 richtet sich dabei einerseits nach dem erforderlichen Netzfolgestromlöschvermögen andererseits nach der Höhe der gewünschten Ansprechspannung der Überspannungsschutzeinrichtung. Letztere kann jedoch auch dadurch bestimmt werden, daß eine geeignete Zündhilfe, insbesondere eine aktive Zündhilfe, vorgesehen ist.

Die Überspannungsschutzeinrichtungen gemäß den Fig. 1 und 5 unterscheiden sich dadurch voneinander, daß bei der Überspannungsschutzeinrichtung gemäß Fig. 1 ein isolierendes Material 12, 13 auf den Elektroden 1, 2 aufgebracht ist, während bei der Überspannungsschutzeinrichtung gemäß Fig. 5 ein hochohmiges aber dennoch leitfähiges Material 12, 13 verwendet wird. Die Anordnung eines hochohmigen, aber dennoch leitfähigen Materials 12, 13 direkt auf der einen Seite 10 der ersten Elektrode 1 bzw. der einen Seite 11 der zweiten Elektrode 2 führt dazu, daß nach dem eigentlichen Ableitvorgang die in dem Entladungsraum 5 vorhandenen freien Ladungsträger durch die anliegende Netzspannung getrennt und – je nach Polarität – von dem Material 12 oder dem Material 13 "abgesaugt" werden. Durch die Verringerung der Anzahl der freien Ladungsträger in dem Entladungsraum 5 erhöht sich die Impedanz des Entladungsraums 5, wodurch auch bei anliegender Netzspannung das Auftreten eines Netzfolgestroms verhindert wird. Anstelle eines – im Stand der Technik bekannten – mechanischen "Ausblasens" des Plasmas bzw. der freien Ladungsträger erfolgt hier ein elektrisches "Absaugen" der freien Ladungsträger, wodurch jedoch ebenfalls der unerwünschte Netzfolgestrom verhindert und gleichzeitig die Nachteile des bekannten "Ausblasens" vermieden werden.

In Fig. 6 ist eine weitere Variante einer Überspannungsschutzeinrichtungen dargestellt. Bei dieser Ausführungsform ist zunächst – vergleichbar mit der Ausführung gemäß Fig. 1 – ein isolierendes Material 12, 13 auf den Elektroden 1, 2 aufgebracht. Der Entladungsraum 5 wird jedoch nicht nur durch die Form des isolierenden Materials 12, 13, sondern in erster Linie durch zusätzlich auf dem isolierenden Material 12, 13 aufgebrachtes hochohmiges Material 17, 18 – vergleichbar mit der Ausführung gemäß Fig. 5 – bestimmt. Das hochohmige Material 17 ist dabei beabstandet vom Bereich 14 mit der ersten Elektrode 1 und das hochohmige Material 18 beabstandet vom Bereich 15 mit der zweiten Elektrode 2 elektrisch leitend verbunden. Die beiden Bereiche 19, 20, in denen die erste Elektrode 1 mit dem hochohmigen Material 17 und die zweite Elektrode 2 mit dem hochohmigen Material 18 verbunden ist, sind ebenfalls versetzt zueinander angeordnet. Durch das hochohmige Material 17, 18 wird zunächst erreicht, daß nach dem Durchschlag im Entladungsraum 5 sich befindende freie Ladungsträger "abgesaugt" werden. Dabei fließt durch das hochohmige Material 17, 18 ein Strom, was zu einem Spannungsabfall

- entlang des hochohmigen Materials 17, 18 führt. Durch diesen Spannungsabfall entlang des hochohmigen Materials 17, 18 entsteht ein elektrisches Feld, dessen Feldlinien 6' eine Komponente entgegengesetzt zur Richtung des Lichtbogens 4 aufweisen. Es entsteht somit eine Verzerrung des elektrischen 5 Feldes im Entladungsraum 5, wodurch der "Quercharakter" des Entladungsraums 5 verstärkt wird. Diese Verstärkung des "Quercharakters" erfolgt hier jedoch – im Unterschied zum Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 – nicht geometrisch sondern elektrisch.
- 10 Aus den Figuren ist schließlich noch erkennbar, daß das Gehäuse 3, welches vorzugsweise als metallisches Druckgehäuse ausgebildet ist, ein inneres Isoliergehäuse 16 aufweist, wobei bei den Ausführungsbeispielen gemäß den Fig. 1 bis 4 das isolierende Material 12, 13 mit dem Isoliergehäuse 16 oder mit Teilen des Isoliergehäuses 16 verbunden ist.

Patentansprüche:

1. Überspannungsschutzeinrichtung, mit einer ersten Elektrode (1), mit einer zweiten Elektrode (2), mit einer zwischen beiden Elektroden (1, 2) ausgebildeten Durchschlag-Funkenstrecke und mit einem die Elektroden (1, 2) aufnehmenden Gehäuse (3), wobei beim Zünden der Durchschlag-Funkenstrecke zwischen den beiden Elektroden (1, 2) ein Lichtbogen (4) innerhalb eines die beiden Elektroden (1, 2) verbindenden Entladungsraums (5) entsteht,
5 dadurch gekennzeichnet,
daß der Entladungsraum (5) derart ausgebildet ist, daß er zumindest teilweise quer und/oder entgegengesetzt zur Richtung des elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung verläuft, so daß die vom Lichtbogen (4) zu überwindende Strecke zwischen den beiden Elektroden (1, 2) eine Querkomponente
15 zum elektrischen Feld E aufweist.
2. Überspannungsschutzeinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Entladungsraum (5) mindestens drei Bereiche (7, 8, 9) aufweist, wobei der erste Bereich (7) mit der ersten Elektrode (1), der zweite Bereich (8) mit der zweiten Elektrode (2) und der dritte Bereich (9) einerseits mit dem ersten Bereich (7) und andererseits mit dem zweiten Bereich (8) verbunden ist.
20
3. Überspannungsschutzeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Bereich (9) im wesentlichen senkrecht zur Richtung des elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung verläuft.
25
4. Überspannungsschutzeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Bereich (9) schräg zur Richtung des elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung verläuft.
30
5. Überspannungsschutzeinrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der dritte Bereich (9) teilweise entgegengesetzt zur Richtung des elektrischen Feldes einer anliegenden Netzspannung verläuft.
35

6. Überspannungsschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die der zweiten Elektrode (2) zugewandte Seite (10) der ersten Elektrode (1) und die der ersten Elektrode (1) zugewandte Seite (11) der zweiten Elektrode (2) teilweise mit einem isolierenden oder hochohmigen Material (12, 13) bedeckt sind, wobei der nicht mit dem isolierenden oder hochohmigen Material (12) bedeckte Bereich (14) der ersten Elektrode (1) bzw. der nicht mit dem isolierenden oder hochohmigen Material (13) bedeckte Bereich (15) der zweiten Elektrode (2) versetzt zueinander angeordnet sind.
- 10 7. Überspannungsschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die der zweiten Elektrode (2) zugewandte Seite (10) der ersten Elektrode (1) und die der ersten Elektrode (1) zugewandte Seite (11) der zweiten Elektrode (2) teilweise mit einem isolierenden Material (12, 13) bedeckt sind, wobei der nicht mit dem isolierenden Material (12) bedeckte Bereich (14) der ersten Elektrode (1) bzw. der nicht mit dem isolierenden Material (13) bedeckte Bereich (15) der zweiten Elektrode (2) versetzt zueinander angeordnet sind, daß die der zweiten Elektrode (2) zugewandte Seite des isolierenden Materials (12) und die der ersten Elektrode (1) zugewandte Seite des isolierenden Materials (12) zumindest teilweise mit einem hochohmigen Material (17, 18) bedeckt sind, wobei die erste Elektrode (1) beabstandet vom Bereich (14) elektrisch leitend mit dem hochohmigen Material (17) und die zweite Elektrode (2) beabstandet von dem Bereich (15) elektrisch leitend mit dem hochohmigen Material (18) verbunden ist.
- 15 20 25 8. Überspannungsschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine aktive Zündhilfe vorgesehen ist.
- 30 35 9. Überspannungsschutzeinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß an die beiden Elektroden (1, 2) die Reihenschaltung eines Spannungsschaltelelements und eines Zündelements angeschlossen ist, wobei die Ansprechspannung des Spannungsschaltelelements unterhalb der Ansprechspannung der Durchschlag-Funkenstrecke liegt und wobei beim Ansprechen des Spannungsschaltelelements zunächst ein Ableitstrom über das Zündelement fließt.

10. Überspannungsschutzeinrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß als Spannungsschaltelelement ein Varistor, eine Supressordiode oder ein gasgefüllter Überspannungsableiter vorgesehen ist.
- 5 11. Überspannungsschutzeinrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß das Zündelement aus leitfähigen Kunststoff, aus einem metallischen Material oder einer leitfähigen Keramik besteht und mit der zweiten Elektrode (2) in mechanischem Kontakt steht
- 10 12. Überspannungsschutzeinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (3) als metallisches Druckgehäuse ausgebildet ist und ein inneres Isoliergehäuse (16) aufweist.

1/3

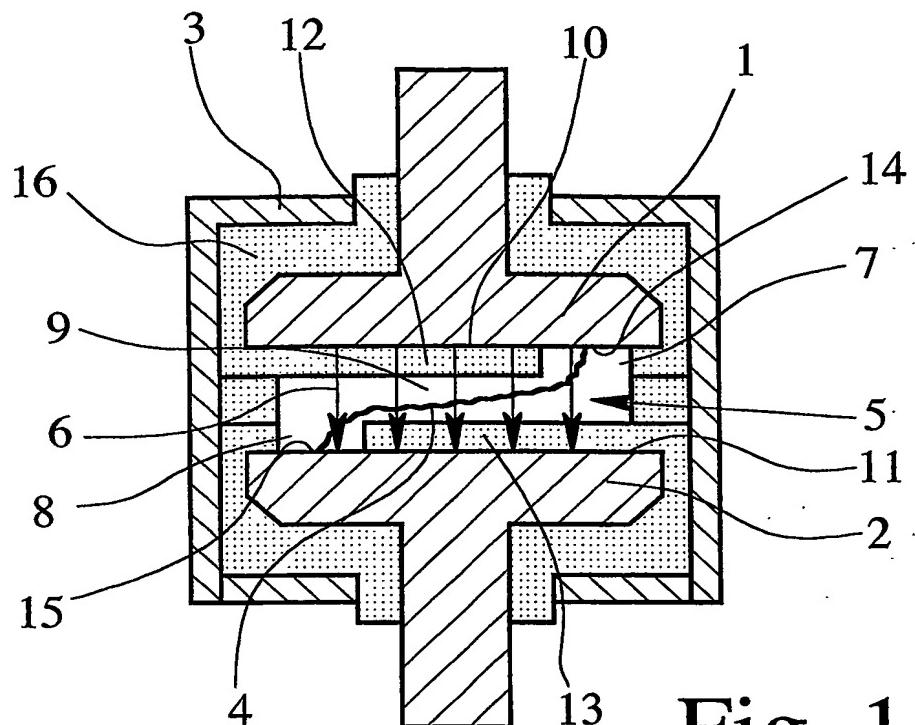


Fig. 1

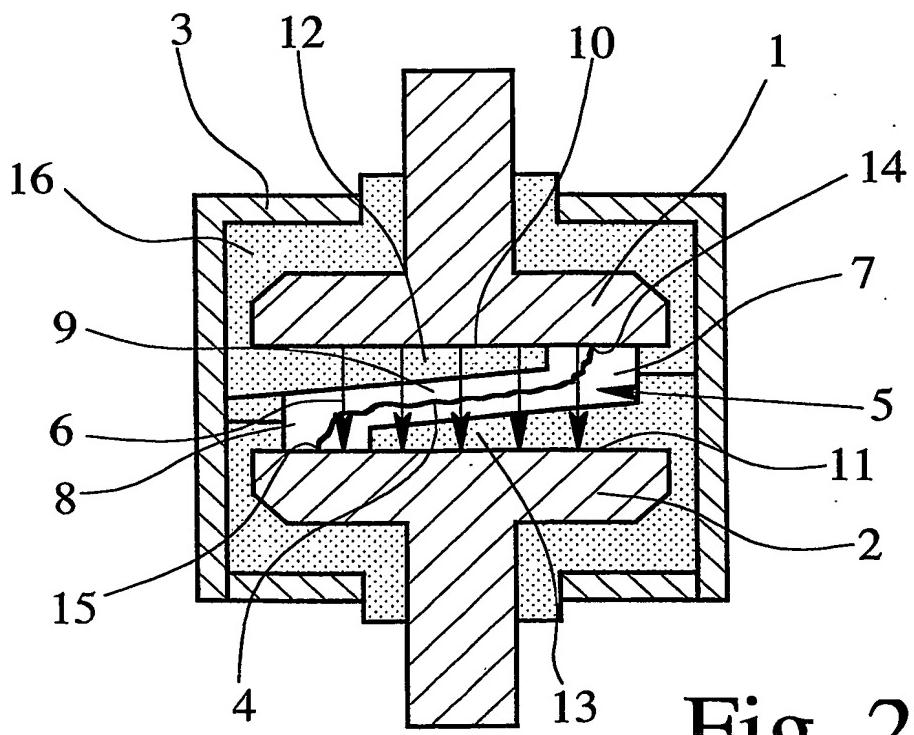


Fig. 2

2/3

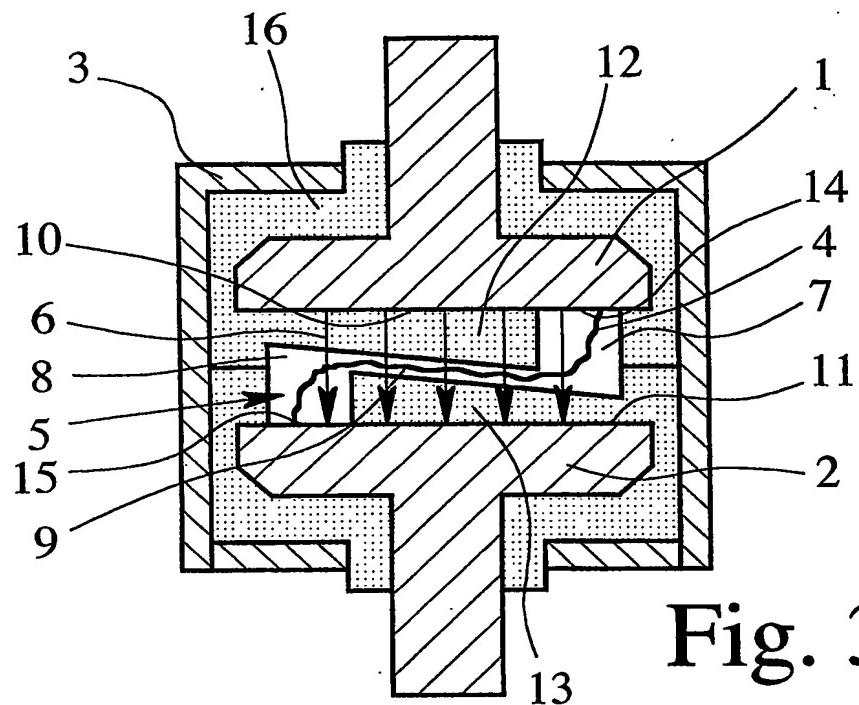


Fig. 3

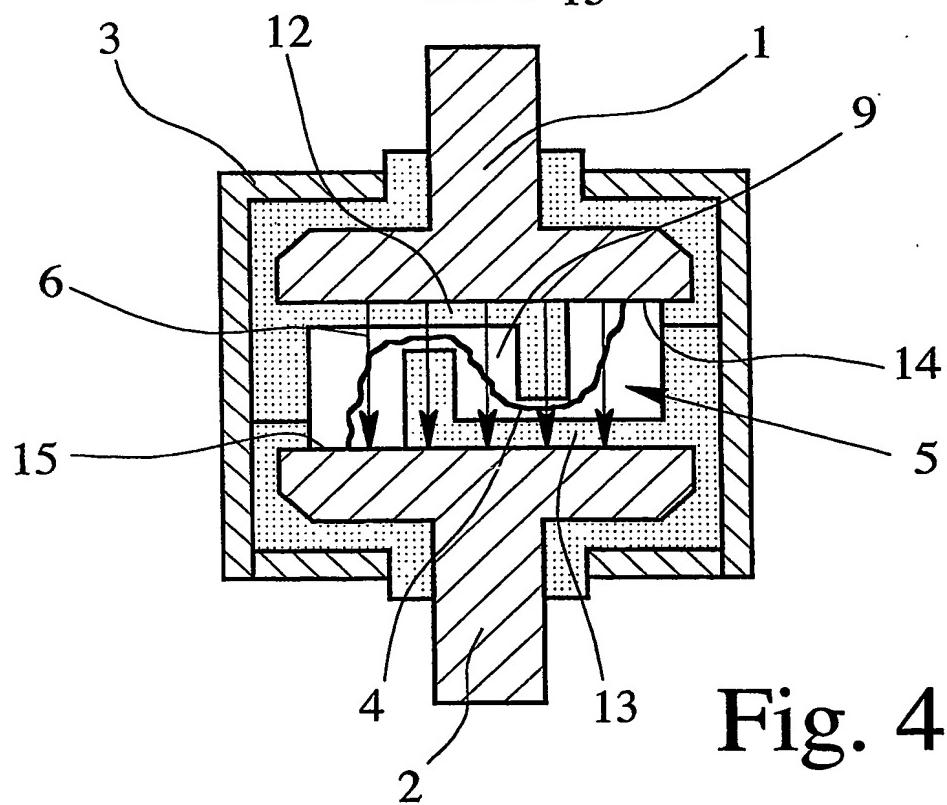


Fig. 4

3/3

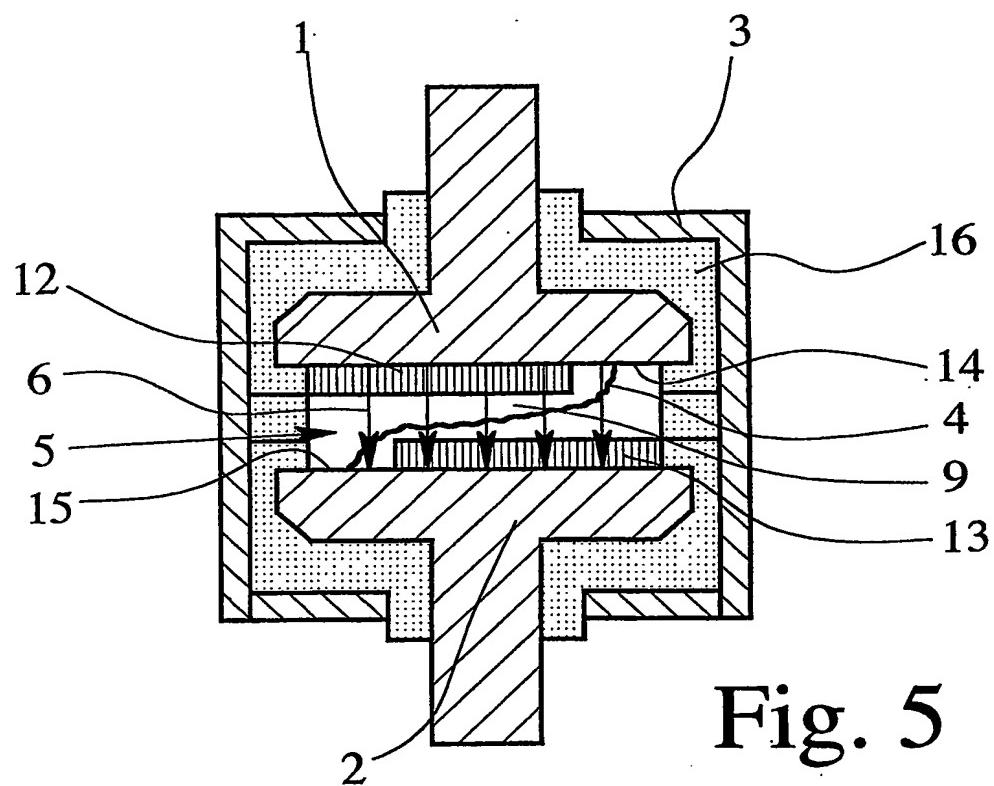


Fig. 5

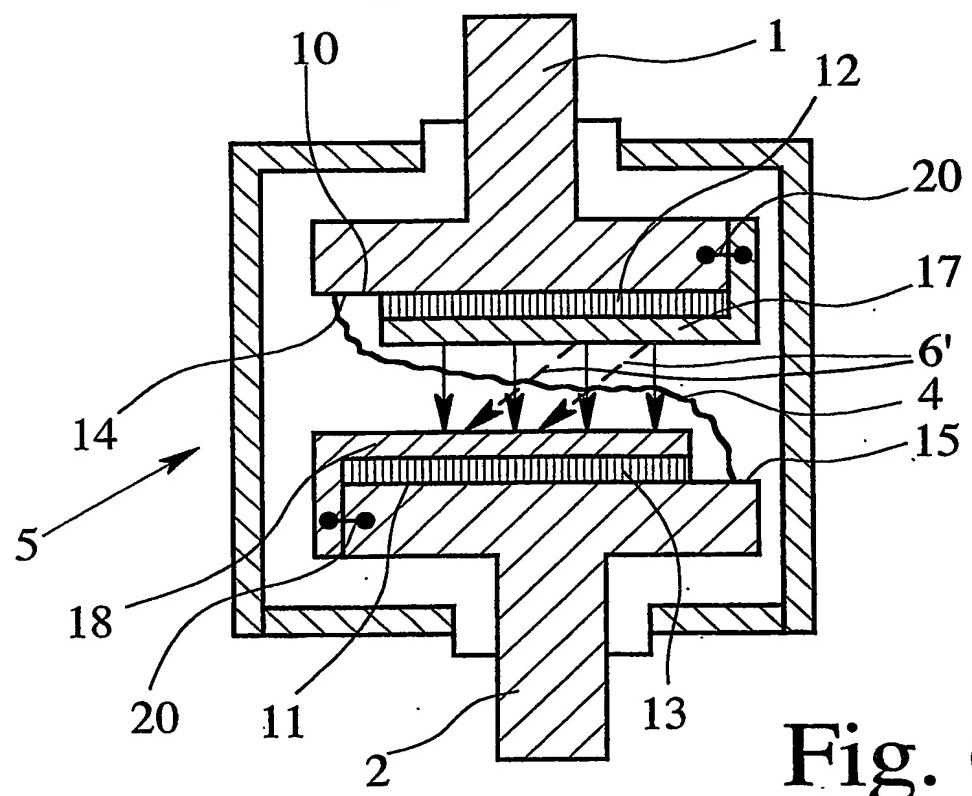


Fig. 6

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01T1/22 H01T4/12

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 251 010 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN UND MUNCHEN; SIEMENS AKTIENGESELLSCH) 7 January 1988 (1988-01-07) column 1, line 27 - line 41; figures 1,2 column 4, line 33 - column 5, line 18 -----	1-5,8,12
Y	US 5 594 613 A (WOODWORTH ET AL) 14 January 1997 (1997-01-14) column 7, line 53 - column 8, line 42; figures 1-4 -----	9-11
Y	US 4 433 354 A (LANGE ET AL) 21 February 1984 (1984-02-21) column 2, line 44 - line 55; figure 1 -----	9-11
A	US 4 433 354 A (LANGE ET AL) 21 February 1984 (1984-02-21) column 2, line 44 - line 55; figure 1 -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

2 March 2005

11/03/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Findeli, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/EP2004/013897

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0251010	A	07-01-1988		DE 3621254 A1 DE 3766888 D1 EP 0251010 A1 JP 63013290 A KR 9600922 B1 US 4769736 A		07-01-1988 07-02-1991 07-01-1988 20-01-1988 15-01-1996 06-09-1988
US 5594613	A	14-01-1997	US	5708555 A		13-01-1998
US 4433354	A	21-02-1984		DE 3100924 A1 CA 1177529 A1 DE 3267070 D1 EP 0056282 A1 JP 1693909 C JP 3043759 B JP 57145287 A		05-08-1982 06-11-1984 05-12-1985 21-07-1982 17-09-1992 03-07-1991 08-09-1982

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013897

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01T1/22 H01T4/12

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBiete

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H01T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 251 010 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT BERLIN UND MUNCHEN; SIEMENS AKTIENGESELLSCH) 7. Januar 1988 (1988-01-07) Spalte 1, Zeile 27 – Zeile 41; Abbildungen 1,2 Spalte 4, Zeile 33 – Spalte 5, Zeile 18	1-5,8,12
Y	US 5 594 613 A (WOODWORTH ET AL) 14. Januar 1997 (1997-01-14) Spalte 7, Zeile 53 – Spalte 8, Zeile 42; Abbildungen 1-4	9-11
A	US 4 433 354 A (LANGE ET AL) 21. Februar 1984 (1984-02-21) Spalte 2, Zeile 44 – Zeile 55; Abbildung 1	1

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- "E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
- "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
- "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
- "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
- "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche	Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts
2. März 2005	11/03/2005
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL – 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter Findeli, L

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2004/013897

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0251010	A	07-01-1988	DE DE EP JP KR US	3621254 A1 3766888 D1 0251010 A1 63013290 A 9600922 B1 4769736 A		07-01-1988 07-02-1991 07-01-1988 20-01-1988 15-01-1996 06-09-1988
US 5594613	A	14-01-1997	US	5708555 A		13-01-1998
US 4433354	A	21-02-1984	DE CA DE EP JP JP JP	3100924 A1 1177529 A1 3267070 D1 0056282 A1 1693909 C 3043759 B 57145287 A		05-08-1982 06-11-1984 05-12-1985 21-07-1982 17-09-1992 03-07-1991 08-09-1982